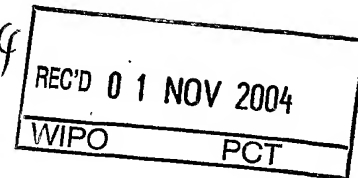


BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**PRIORITY
DOCUMENT**SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

CH 04 / 644

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 103 57 578.2

Anmeldetag: 08. Dezember 2003

Anmelder/Inhaber: Bühler AG, Uzwil/CH

Bezeichnung: Spritzgussanlage und Spritzgussverfahren

IPC: B 29 C 45/54

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 18. Juni 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Hintermeier

Spritzgussanlage und Spritzgussverfahren

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Anlage zur schonenden Herstellung von Spritzgussteilen aus thermoplastischen Kunststoffen bei hohen Durchsätzen. Die Erfindung bezieht sich weiter auf ein Verfahren und eine Anlage zur schonenden Herstellung von Spritzgussteilen aus thermoplastischen Kunststoffen bei gleichzeitiger homogener Einarbeitung von Additiven oder Compoundierung von Kunststoffmischungen.

Die Erfindung bezieht sich weiter auf eine Anlage, die es ermöglicht, den kontinuierlich ablaufenden Plastifizierschritt in einem Mehrwellenextruder auf wirtschaftliche Weise mit dem taktweise verlaufenden Spritzgussprozess zu kombinieren.

Im Stand der Technik sind Spritzgussverfahren unter Verwendung von Einwellenextrudern vielfach bekannt. So zum Beispiel in DE 1142229 und DE 4221423. Bei grösser werdenden Durchsätzen werden immer grössere Schneckendurchmesser benötigt, was bei gegebenem Längen zu Durchmesser Verhältnis zu sehr langen Extrudern führt und was vor allem bei temperaturempfindlichen Kunststoffen, ein schonendes Aufschmelzen nicht mehr erlaubt, da das immer geringere Oberfläche/Volumen-Verhältnis durch längere Verweilzeiten und höhere Arbeitstemperaturen ausgeglichen werden muss. Weiter nachteilig ist, dass die Compoundiermöglichkeiten sowie die Entgasungsmöglichkeiten mit einem Einwellenextruder begrenzt sind, und dass eine gegebene Schneckenwelle nur optimal für ein Eingangsmaterial ausgelegt ist.

Die oben beschriebenen Nachteile werden durch den Einsatz von Zweiwellenextrudern teilweise behoben, so ist zum Beispiel durch die Unabhängigkeit von Durchsatz und Drehzahl eine Anpassung an mehrere Materialspezifikationen möglich. Auch die Compoundiermöglichkeiten sind verbessert. Solche Anlagen sind bekannt zum Beispiel aus der WO 86/06321, wo ein diskontinuierlich laufender Extruder verwendet wird, oder in der WO 02/02293, wo ein kontinuierlich laufender Zweiwellenextruder verwendet wird.

Trotzdem bleiben die oben beschriebenen Nachteile teilweise bestehen, und auch die Notwendigkeit für einen Plastifizierextruder mit weiter verbesserten Compoundiermöglichkeiten und Entgasungsmöglichkeiten sowie kürzeren Verweilzeiten und vor allem kürzerer Baulänge bleibt bestehen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, diese Nachteile zu beheben. Insbesondere soll sich der Plastifizierextruder durch eine hohe Durchsatzleistung bei geringer Baulänge, gute Misch- und Entgasungscharakteristik, schonende Behandlung sowie kurze Behandlungszeit auszeichnen.

Diese Aufgabe wird durch das Verfahren gemäss Anspruch 1 sowie durch die Anlage gemäss Anspruch 9 gelöst, wobei ein kontinuierlich laufender Mehrwellenextruder mit auf einer Kranzlinie angeordneten Schneckenwellen verwendet wird.

Weitere Ausführungen ergeben sich aus der unten stehenden Beschreibung.

Als thermoplastische Kunststoffe kommen zum Beispiel Polykondensate, wie zum Beispiel Polyester, Polyamide, Polycarbonate sowie ihre Copolymere und Blends oder Polyolefine, wie zum Beispiel Polyethylene, Polypropylene sowie ihre Copolymere und Blends, in Frage. Grundsätzlich können jedoch alle thermoplastischen Kunststoffe verwendet werden, solange ihre rheologischen und thermischen Eigenschaften einen Einsatz in einem Spritzgussverfahren erlauben.

Bei den Polykondensaten handelt es sich zum Beispiel um Polyamide, Polyester oder Polylactide, die durch eine Polykondensationsreaktion unter Abspaltung eines niedermolekularen Reaktionsproduktes gewonnen werden. Dabei kann die Polykondensation direkt zwischen den Monomeren erfolgen oder über eine Zwischenstufe, die anschliessend durch Transesterifikation umgesetzt wird, wobei die Transesterifikation wiederum unter Abspaltung eines niedermolekularen Reaktionsproduktes oder durch Ringöffnungspolymerisation erfolgen kann.

Bei Polyamid handelt es sich dabei um ein Polymer, das durch Polykondensation aus seinen Monomeren, entweder einer Diamin-Komponente und einer Dikarbonsäure-

Komponente oder einem bifunktionellen Monomer mit einer Amin- und einer Karbonsäureendgruppe, gewonnen wird.

Bei Polyester handelt es sich dabei um ein Polymer das durch Polykondensation aus seinen Monomeren, einer Diol-Komponente und einer Dikarbonsäure-Komponente, gewonnen wird. Verschiedene, meist lineare oder zyklische Diol-Komponenten kommen zum Einsatz. Ebenso können verschiedene meist aromatische Dikarbonsäure-Komponenten zum Einsatz kommen. Anstelle der Dikarbonsäure kann auch ihr entsprechender Dimethylester eingesetzt werden. Typische Beispiele der Polyester sind Polyethylenterephthalat (PET), Polybutylenterephthalat (PBT) und Polyethylennaphthalt (PEN) die entweder als Homopolymer oder als Copolymere zum Einsatz kommen.

Die thermoplastischen Kunststoffe können sowohl als Neumaterial wie auch als Rezyklat verwendet werden.

Als thermoplastische Kunststoffe können auch Blends oder Kunststoffmaterialgemische verwendet werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist auch zum Einarbeiten von Additiven geeignet. Die Additive können vor dem Aufschmelzen zugegeben werden, entweder zusammen mit dem Polykondensat oder über eine separate Dosier- und Beschickungseinrichtung. Dabei werden die Additive bei der Aufschmelzung durch die Knetelemente gleichzeitig optimal gemischt. Die Additive können auch nach dem Aufschmelzen im Extruder zugegeben werden. Die Zugabe der Additive erfolgt zum Beispiel über eine Seitenbeschickungseinrichtung. Optional sind weitere Knet- oder Mischelemente im Extruder vorzusehen, damit die Additive optimal gemischt werden. In besonderen Fällen können die Additive auch erst nach dem Extruder zugegeben werden.

Als Additive eignen sich zum Beispiel Farbstoffe und Pigmente, UV-Blocker, Verarbeitungshilfsmittel, Stabilisatoren, Schlagzähmodifikatoren, Schäummittel chemischer und physikalischer Art, Füllstoffe wie zum Beispiel Nukleierungsmittel, Barriere- oder mechanische Eigenschaften verbessernde Partikel, verstärkende Körper, wie Kugeln oder

Fasern, sowie reaktive Substanzen, wie zum Beispiel Sauerstoffabsorber, Acetaldehydabsorber oder molekulargewichtserhöhende Substanzen usw.

Die Additive können alleine oder als Bestandteil eines Additivpaketes zugegeben werden. Zur Herstellung des Additivpaketes werden mehrere Additive eingesetzt. Zusätzlich kann ein Trägermaterial verwendet werden, in das sich alle Additive einarbeiten lassen. Das Additivpaket kann sowohl als homogenes Pulver oder Granulat wie auch als einfache Additivmischung vorliegen.

Der thermoplastische Kunststoff wird dem Verfahren in festem Zustand, üblicherweise als Schüttgut wie zum Beispiel als Granulat, Pulver, Agglomerat, Flocken oder Schnitzel zugefügt. Ein Granulat kann dabei zum Beispiel zylinderförmig, kugelförmig oder kugelförmig ähnlich vorliegen.

Vor dem Einlass in den Plastifizierextruder kann der thermoplastische Kunststoff getrocknet werden. Die Trocknung kann zumindest teilweise auch innerhalb des Extruders erfolgen.

Ein Mehrwellenextruder besteht zumindest aus einem Antrieb, einem Getriebe und einem Verfahrensteil. Das Getriebe ist üblicherweise in ein Reduziergetriebe, und ein Verteilergetriebe unterteilt, wodurch die einzelnen Schneckenwellen einzeln angetrieben werden können. Als Verfahrensteil wird der Teil des Extruders bezeichnet, in dem das zu verarbeitende Material von den Schneckenwellen bearbeitet respektive gefördert wird.

Die Befüllung erfolgt in einen Einzugsbereich des Verfahrensteils, zum Beispiel über einen oder mehrere Einzugsrichter, über die ein oder mehrere Stoffströme gravimetrisch oder volumetrisch zudosiert werden können. Die Zugabe weiterer Komponenten, wie zum Beispiel Additive oder Gase, zum Beispiel zum Aufschäumen, können auch durch Öffnungen im Schmelzebereich erfolgen. Ebenfalls können Öffnungen zum Entgasen genutzt werden.

Der Verfahrensteil des Mehrwellenextruders weist eine Vielzahl (zumindest drei, üblicherweise zumindest sechs, bevorzugterweise zumindest acht) von auf einer Kranzlinie in einem Gehäuse zueinander achsparallel angeordneter, rotierbarer Bearbeitungswellen (Schneckenwellen) auf, die zumindest in Teilbereichen eine fördernde Wirkung aufweisen, wobei die Bearbeitungselemente benachbarter Wellen zumindest teilweise dichtkämmend ineinandergreifend angeordnet sind.

Das Gehäuse weist zumindest eine Materialzufuhröffnung und wenigstens eine Materialaustrittsöffnung auf, sowie Einbuchtungen an den Prozessraum-Innenwänden beiderseits der Schneckenwellen, die zueinander und zu den Schneckenwellen parallel verlaufen, in denen die Schneckenwellen aufgenommen und geführt sind, wodurch ein erster Teilprozessraum und ein zweiter Teilprozessraum bestimmt werden, die auf der einen Seite bzw. der anderen Seite der durch die zueinander parallel verlaufenden Schneckenwellen gebildeten Barriere liegen.

In einer besonderen Ausführung ist der Mehrwellenextruder ein Ringextruder, bei dem zumindest sechs, insbesondere zwölf Schneckenwellen geschlossen kranzförmig oder ringförmig angeordnet sind, wobei sich im Inneren des Wellenkranzes ein Kern befindet. Ein solcher Extruder sind zum Beispiel in DE 196 22 582 beschrieben. Weitere Ausführungen befinden sich auch in DE 102 11 673 und in DE10211673.

Die Erfindung ermöglicht hohe Durchsatzleistungen:

- Durchsätze bis zu 800kg/h können erreicht werden mit einer Verfahrensteillänge des Plastifizierextruders von weniger als 1000mm, insbesondere weniger als 650mm.
- Durchsätze bis zu 1500kg/h können erreicht werden mit einer Verfahrensteillänge des Plastifizierextruders von weniger als 1250mm, insbesondere weniger als 820mm.
- Durchsätze bis zu 2500kg/h können erreicht werden mit einer Verfahrensteillänge des Plastifizierextruders von weniger als 1500mm, insbesondere weniger als 1000mm.

In einem allgemein gültigen Zusammenhang kann eine Durchsatzzahl Z als Funktion der Verfahrensteillänge L und des Durchsatzes Q folgendermassen ausgedrückt werden :

$$Z = Q / L^{2.8} , \text{ wobei } Q \text{ in [kg/h] und } L \text{ in [m] eingesetzt wird.}$$

Z ist erfindungsgemäss grösser als 800 insbesondere grösser als 2750.

Die Verweilzeit im Prozess soll zur schonenden Behandlung des Kunststoffes so gering als möglich sein. Während die Verweilzeit in den Pufferbehältern durch die Zykluszeit gegeben ist, kann die Verweilzeit im Plastifizierextruder und in den Schmelzeleitungen optimiert werden. Die mittlere Verweilzeit des plastifizierten Kunststoffes im Prozess, vom Moment des Aufschmelzens bis zum Einspritzen in das Spritzgussformwerkzeug, soll nicht mehr als 60 Sekunden plus die Zykluszeit, insbesondere nicht mehr als 30 Sekunden plus die Zykluszeit betragen. Die mittlere Verweilzeit des plastifizierten Kunststoffes im Verfahrensteil des Plastifizierextruders, vom Moment des Aufschmelzens bis zum Verlassen des Verfahrensteiles, soll nicht mehr als 15 Sekunden, insbesondere nicht mehr als 10 Sekunden betragen.

Im Anschluss an den Verfahrensteil können Komponenten zum Druckaufbau, wie zum Beispiel eine Schmelzepumpe, ein Schmelzefilter, Vorrichtungen zur Messung rheologischer Eigenschaften, Schaltventile und/oder Pufferbehälter angeordnet sein.

Über eine Schmelzeleitung wird der plastifizierte Kunststoff in ein Spritzgussformwerkzeug gepresst. Spritzgussformwerkzeuge sind im Stand der Technik hinlänglich bekannt. Die eingepresste Kunststoffschmelze wird über Verteilerkanäle auf eine oder mehrere Kavitäten verteilt und verfestigt sich in der gewünschten Form.

Bevorzugterweise wird der plastifizierte Kunststoff zuerst in zumindest einen Pufferbehälter und von da aus in das Spritzgussformwerkzeug gepresst. Über ein Schaltventil kann das Zurückfliessen des plastifizierten Kunststoffes in den Extruder verhindert werden.

Der Pufferbehälter ist so ausgebildet, dass sich sein Volumen zur Aufnahme des plastifizierten Kunststoffes erhöht und zum Ausstoss des plastifizierten Kunststoffes wieder verkleinert, was zum Beispiel durch einen beweglichen Kolben erreicht werden kann. Üblicherweise erfolgt das Ausstossen rascher als das Befüllen des Puffers.

Um den kontinuierlichen Betrieb des Plastifizierextruders zu gewährleisten, während der plastifizierte Kunststoff taktweise in das Spritzgussformwerkzeug gepresst wird, sind in einer besonderen Ausführung die Schneckenwellen axial verschiebbar gelagert, wodurch bei einer axialen Verschiebung nach hinten ein Pufferraum im Verfahrensteil entsteht. Dies wird erreicht, indem entweder:

- a) die Schneckenwellen in Bezug auf das Verteilergetriebe axial verschiebbar sind,
- b) die Schneckenwellen zusammen mit dem Verteilergetriebe im Bezug auf das Reduziergetriebe axial verschiebbar sind,
- c) die Schneckenwellen zusammen mit dem Verteilergetriebe und dem Reduziergetriebe im Bezug auf den Antrieb axial verschiebbar sind,
- d) die Schneckenwellen zusammen mit dem Verteilergetriebe, dem Reduziergetriebe und dem Antrieb axial verschiebbar sind,
- e) das Gehäuse des Verfahrensteils in Bezug auf die Schneckenwellen axial verschiebbar ist,
- f) der Kern im Innern des Schneckenwellenkranks eines Ringextruders in Bezug auf die Schneckenwellen axial verschiebbar ist.

Figur 2 zeigt die Variante b), wo die axiale Verschiebung im Reduziergetriebe, das fest mit dem Untergestell verbunden ist, aufgenommen wird.

Der kontinuierliche Betrieb kann auch durch einen zweiten Pufferbehälter, der zwischen dem Plastifizierextruder und dem ersten Pufferbehälter angeordnet ist, gewährleistet werden.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, einen nachgeschalteten Tandemextruder mit einer axial verschiebbaren Schneckenwelle zu verwenden.

Ebenfalls denkbar ist es, die in DE10211673 beschriebene Zentrumschnecke axial verschiebbar zu gestalten.

Eine weitere Ausführung der Erfindung sieht vor, dass die Anlage zumindest ein Schaltventil und zumindest zwei Pufferbehälter aufweist, wobei der plastifizierte Kunststoff durch das Schaltventil abwechselungsweise in die Pufferbehälter gepresst wird und entweder:

- a) von jeweils einem Pufferbehälter in ein zugeordnetes Spritzgussformwerkzeug gepresst wird oder
- b) von den zumindest zwei Pufferbehältern über ein weiteres Schaltventil in ein einziges Spritzgussformwerkzeug gepresst wird.

Figur 3 zeigt die Variante a), wo zwei separate Spritzgussformwerkzeuge verwendet werden.

Soll ein Spritzgussteil aus mehreren Materialsichten hergestellt werden so können mehrere Plastifizierextruder verwendet werden, wobei zumindest derjenige mit der höheren Durchsatzleistung den erfindungsgemässen Anforderung entsprechen soll. Das Erzeugen der mehreren Materialsichten kann dabei gleichzeitig oder hintereinander erfolgen.

Eine Ausführung des Verfahrens sieht die Herstellung von Vorformlingen für Hohlkörper insbesondere Getränkeflaschen vor. Dabei wird zum Beispiel ein Polyethylenterephthalat oder eines seiner Copolymere zunächst vorgetrocknet und dann in einem Ringextruder aufgeschmolzen und anschliessend in eine Vielzahl an Kavitäten zumindest eines Spritzgussformwerkzeuges gepresst. Die Trocknung kann auch innerhalb des Extruders durch Entgasen sowohl vor als auch nach dem Aufschmelzen erfolgen, wodurch sich deutliche Energieeinsparungen gegenüber heute üblichen Verfahren erzielen lassen.

Das erfindungsgemässe Verfahren kann mittels eines gleichsinnig drehenden, Mehrwellenextruders durchgeführt werden, dessen Verfahrensraum eine Mantelfläche A_m und ein freies Volumen V_f hat, wobei die Schneckenelemente am Schneckensteg einen

Aussendurchmesser D_a und am Schneckenrund einen Innendurchmesser D_i haben, und wobei mindestens ein Teil der Verfahrenszone ein Verhältnis $Am^3/Vf^2 \geq 1020$ für zweigängige Schneckenelemente und ein $Am^3/Vf^2 \geq 2000$ für dreigängige Schneckenelemente bei einem Verhältnis $D_a/D_i = 1,3$ bis $1,7$ aufweist.

Das erfindungsgemässe Verfahren kann auch mittels eines gleichsinnig drehenden, Mehrwellenextruders durchgeführt werden, dessen Verfahrensraum eine Zwickelfläche A_z und ein freies Volumen V_f hat, wobei die Schneckenelemente am Schneckensteg einen Aussendurchmesser D_a und am Schneckenrund einen Innendurchmesser D_i haben, und wobei mindestens ein Teil der Verfahrenszone ein Verhältnis $A_z^3/Vf^2 \geq 5 \times 10^{-1}$ für zweigängige Schneckenelemente und ein Verhältnis $A_z^3/Vf^2 \geq 2 \times 10^{-2}$ bei dreigängigen Schneckenelementen bei einem Verhältnis von $D_a/D_i = 1,3$ bis $1,7$ aufweist.

Vorzugsweise wird dabei in den Extruder eine Drehmomentdichte (Drehmoment pro Schnecke / Achsabstand³) von mindestens 7 Nm/cm^3 und insbesondere von mindestens 9 Nm/cm^3 eingeleitet.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn dabei für das Verhältnis $D_a/D_i = 1,5$ bis $1,63$ gilt und wenn das Verhältnis bei zweigängigen Schneckenelementen $Am^3/Vf^2 \geq 1500$ und bei dreigängigen $Am^3/Vf^2 \geq 3000$ ist.

Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der Erfindung ergeben sich aus der nun folgenden Beschreibung erfindungsgemässer Ausführungen anhand der Zeichnung, wobei:

Fig. 1 ist eine Schnittansicht eines Ringextruders des Stands der Technik entlang einer Schnittebene senkrecht zur Förder- bzw. Längsrichtung des Extruders ist;

Fig. 2 eine Seitenansicht einer ersten Ausführungsform der erfindungsgemässen Anlage ist;

Fig. 3 eine Draufsicht einer zweiten Ausführungsform der erfindungsgemässen Anlage ist.

Fig. 1 ist eine Schnittansicht eines Ringextruders des Stands der Technik entlang einer Schnittebene senkrecht zur Förder- bzw. Längsrichtung des Extruders. Der Ringextruder besteht in diesem Fall aus zwölf parallel zur Längs- bzw. Förderrichtung des Extruders, geschlossen kranzartig angeordneten Schneckenwellen, bestehend aus Tragwellen 5 und Bearbeitungselementen 6, die zumindest in Teilbereichen eine fördernde Wirkung aufweisen. Die zwölf geschlossen kranzartig angeordneten Schneckenwellen 5, 6 sind so angeordnet, dass die Bearbeitungselemente 6 benachbarter Wellen zumindest teilweise dichtkämmernd ineinander greifen, und dass der äussere Prozessraum 1 des Ringextruders von dem inneren Prozessraum 2 des Ringextruders zumindest in Teilbereichen getrennt ist. Die kranzartig angeordneten Wellen 5 sind zwischen einem Gehäuse 3 und einem zu dem Gehäuse feststehenden Kern 4 gelagert. Die dem Wellenkranz zugewandte Fläche des Gehäuses 3 erscheint in der Querschnittsansicht als sogenannte äussere Blume 7. Die dem Wellenkranz zugewandte Fläche des Kerns 4 erscheint im Querschnitt als eine sogenannte innere Blume 8.

Fig. 2 zeigt von der Seite einen Mehrwellenextruder 11 mit einem Antrieb 12, einem Reduziergetriebe 13, einem Verteilergetriebe 14 und einem Verfahrensteil 15. Über das Getriebe werden die einzelnen Schneckenwellen 16_{n1} bis 16_{nx} einzeln angetrieben. Die Befüllung erfolgt über einen Einzugstrichter 17. Weiterer Komponenten können durch Öffnungen im Schmelzebereich 18 zugegeben werden.

Im Anschluss an den Verfahrensteil sind zwei Schaltventile 19_{n1} bis 19_{n2} und ein Pufferbehälter 20 angeordnet, wobei über die Schaltventile der Kunststoffstrom während des Befüllens und Entleerens des Pufferbehälters geregelt wird. Über eine Schmelzeleitung wird der plastifizierte Kunststoff in ein Spritzgussformwerkzeug 21 gepresst und über Verteilerkanäle auf mehrere Kavitäten 22_{n1} bis 22_{nx} verteilt. Spritzgussformwerkzeuge sind im Stand der Technik hinlänglich bekannt. Die eingepresste Kunststoffschmelze wird abgekühlt und verfestigt sich in der gewünschten Form.

Bei geschlossenem Schaltventil 19_{n1} muss innerhalb des Extruders ein Pufferraum erzeugt werden, in dem sich die Schneckenwellen nach hinten bewegen. Dazu ist das Verteilergetriebe mit den Schneckenwellen fest verbunden und bewegt sich gegenüber dem Reduziergetriebe, das mit dem Untergestell 23 fest verbunden ist.

Fig. 3 zeigt von oben einen Mehrwellenextruder 31 mit einem Antrieb 32, einem Reduziergetriebe 33, einem Verteilergetriebe 34 und einem Verfahrensteil 35. Über das Getriebe werden die einzelnen Schneckenwellen 36_{n1} bis 36_{nx} einzeln angetrieben. Die Befüllung erfolgt über einen Einzugstrichter 37.

Im Anschluss an den Verfahrensteil ist ein Schaltventile 39_{n1} angeordnet, mit dem der plastifizierte Kunststoff abwechselungsweise auf einen der zwei Pufferbehälter 40, 42 gelenkt werden kann. Als Bestandteil jedes Pufferbehälters ist jeweils ein Kolben 41, 43 gezeigt, mit dem das Volumen des Pufferbehälters vergrößert und verkleinert werden kann. Über die Schaltventile 39_{n2} , 39_{n3} kann der Kunststoffstrom während des Befüllens und Entleerens des Pufferbehälters 40, 42 geregelt werden. Über eine Schmelzeleitung wird der plastifizierte Kunststoff in das jeweils zugehörige Spritzgussformwerkzeug 44, 46 gepresst und über Verteilerkanäle auf mehrere Kavitäten 45_{n1} bis 45_{nx} resp. 47_{n1} bis 47_{nx} verteilt.

Bezugszeichen

1	äusserer Prozessraum	22 _{n1} -22 _{nx}	Kavitäten
2	innerer Prozessraum	23	Untergestell
3	Gehäuse	31	Mehrwellenextruder
4	Kern	32	Antrieb
5	Tragwellen	33	Reduziergetriebe
6	Bearbeitungselemente	34	Verteilergetriebe
7	äussere Blume	35	Verfahrensteil
8	innere Blume	36 _{n1} -36 _{nx}	Schneckenwellen
11	Mehrwellenextruder	37	Einzugstrichter
12	Antrieb	39 _{n1} -39 _{n3}	Schaltventile
13	Reduziergetriebe	40	Pufferbehälter
14	Verteilergetriebe	41	Kolben
15	Verfahrensteil	42	Pufferbehälter
16 _{n1} -16 _{nx}	Schneckenwellen	43	Kolben
17	Einzugstrichter	44	Spritzgussformwerkzeug
18	Schmelzebereich	45 _{n1} -45 _{nx}	Kavitäten
19 _{n1} -19 _{n2}	Schaltventile	46	Spritzgussformwerkzeug
20	Pufferbehälter	47 _{n1} -47 _{nx}	Kavitäten
21	Spritzgussformwerkzeug		

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Spritzgussartikeln aus thermoplastischen Kunststoffen, welches aufweist:

- g) einen Schritt zum Plastifizieren des Kunststoffes,
- h) einen Schritt zum Pressen des plastifizierten Kunststoffes in zumindest eine Form,

dadurch gekennzeichnet, dass der Kunststoff in einem kontinuierlich laufenden Mehrwellenextruder mit zumindest drei zumindest in Teilbereichen dichtkämmenden, auf einer Kranzlinie angeordneten Schneckenwellen, insbesondere einem Ringextruder mit zumindest sechs zumindest in Teilbereichen dichtkämmenden, kranzförmig angeordneten Schneckenwellen plastifiziert wird.

2. Verfahren gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei dem thermoplastischen Kunststoff um ein Polykondensat, insbesondere um ein Polyester handelt.
3. Verfahren gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Polykondensat vor dem Plastifizieren getrocknet wird.
4. Verfahren gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Menge an plastifizierten Kunststoff mehr als 800kg/h, insbesondere mehr als 1000kg/h beträgt.
5. Verfahren gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der plastifizierte Kunststoff einen oder mehrere der folgenden Schritte durchläuft:

- a) Entgasen,
- b) Vermischen mit Additiven,
- c) Filtrieren,
- d) Erhöhen des Druckes mittels einer Schmelzepumpe,
- e) Bestimmen der rheologischen Eigenschaften,
- f) Puffern in zumindest einem Pufferbehälter, wodurch das Plastifizieren kontinuierlicher erfolgen kann und das Pressen in eine Form diskontinuierlich erfolgen kann.

6. Verfahren gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der plastifizierte Kunststoff, insbesondere über ein Schaltventil, abwechselnd einem von zumindest zwei Pufferbehältern zugeführt wird und entweder:

- a) in ein Spritzgussformwerkzeug gepresst wird, das dem jeweiligen Pufferbehälter zugeordnet ist oder
- b) über ein weiteres Schaltventil in ein einziges Spritzgussformwerkzeug gepresst wird.

7. Verfahren gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die mittlere Verweilzeit des plastifizierten Kunststoffes im Prozess nicht mehr als 60 Sekunden plus die Zykluszeit, insbesondere nicht mehr als 30 Sekunden plus die Zykluszeit betragen soll und/oder die mittlere Verweilzeit des plastifizierten Kunststoffes im Verfahrensteil des Plastifizierextruders nicht mehr als 15 Sekunden, insbesondere nicht mehr als 10 Sekunden betragen soll.

8. Verfahren gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Herstellung einer Vielzahl von Hohlkörpern, insbesondere Vorformlingen von Lebensmittelverpackungen wie Getränkeflaschen, aus einem thermoplastischen Kunststoff, wie zum Beispiel einem Polyester, der plastifizierte Kunststoff in eine Vielzahl von Kavitäten eines Spritzgussformwerkzeuges gepresst wird.

9. Anlage zur Herstellung von Spritzgussartikeln aus thermoplastischen Kunststoffen, welche zumindest einen Plastifizierextruder (11; 31) und zumindest ein Spritzformwerkzeug (21; 44, 46) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei dem Plastifizierextruder um einen kontinuierlich laufenden Mehrwellenextruder mit zumindest drei, zumindest in Teilbereichen dichtkämmenden, auf einer Kranzlinie angeordneten Schneckenwellen (16_{n1} - 16_{nx} ; 36_{n1} - 36_{nx}) handelt.
10. Anlage gemäss Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Plastifizierextruder (11; 31) eine Durchsatzkennzahl Z von grösser als 800 insbesondere grösser als 2750 aufweist, wobei
- $$Z = Q / L^{2.8},$$
- mit dem Durchsatz Q in [kg/h] und der Länge L in [m] berechnet wird.
11. Anlage gemäss einem der Ansprüche 9 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei dem Mehrwellenextruder (11; 31) um einen Ringextruder mit geschlossen kranzförmig angeordneten Schneckenwellen handelt.
12. Anlage gemäss einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Plastifizierextruder (11; 31) zumindest einen Antrieb (12), ein Reduziergetriebe (13), ein Verteilergetriebe (14) und einen Verfahrensteil (15) aufweist, wobei der Verfahrensteil eine oder mehrere der folgenden Komponenten aufweist:
- a) eine oder mehrere Materialzuführöffnungen,
 - b) eine oder mehrere Dosiervorrichtungen, die mit einer Materialzufuhröffnung verbunden ist,
 - c) eine oder mehrere Austrittsöffnungen,
 - d) eine oder mehrere Vakuumstationen, die mit einer Austrittsöffnung verbunden sind,

und zwischen dem Plastifizierextruder (11; 31) und dem zumindest einen Spritzgussformwerkzeug (21; 44, 46) eine Schmelzestrecke angeordnet ist, wobei die Schmelzestrecke eine oder mehrere der folgenden Komponenten aufweisen kann:

- e) eine Schmelzepumpe,
- f) eine oder mehrere Messvorrichtungen zur Bestimmung rheologischer Daten,
- g) einen oder mehrere Schmelzefilter,
- h) einen oder mehrere Pufferbehälter,
- i) ein oder mehrere Schaltventile.

13. Anlage gemäss einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Schmelzestrecke zumindest ein Schaltventil (39_{n1}) und zumindest zwei Pufferbehälter (40, 42) aufweist, wobei durch das Schaltventil jeweils eine Verbindung zwischen dem Plastifizierextruder (31) und einem Pufferbehälter (40, 42) besteht und entweder:

- a) jeweils ein Pufferbehälter mit einem zugeordneten Spritzgussformwerkzeug (44, 46) verbunden ist oder
- b) die zumindest zwei Pufferbehälter über ein weiteres Schaltventil mit einem einzigen Spritzgussformwerkzeug verbunden sind.

14. Anlage gemäss einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Schneckenwellen (16_{n1} - 16_{nx} ; 36_{n1} - 36_{nx}) axial verschiebbar gelagert sind, wodurch bei einer axialen Verschiebung nach hinten ein Pufferraum im Verfahrensteil entsteht, wobei sich entweder:

- a) die Schneckenwellen in Bezug auf das Verteilergetriebe (14) axial verschieben; oder
- b) die Schneckenwellen zusammen mit dem Verteilergetriebe (14) in Bezug auf das Reduziergetriebe (13) axial verschieben; oder
- c) die Schneckenwellen zusammen mit dem Verteilergetriebe (14) und dem Reduziergetriebe (13) in Bezug auf den Antrieb (12) axial verschieben; oder
- d) die Schneckenwellen zusammen mit dem Verteilergetriebe (14), dem Reduziergetriebe (13) und dem Antrieb (12) axial verschieben; oder
- e) das Gehäuse des Verfahrensteils in Bezug auf die Schneckenwellen axial verschiebt; oder

- f) der Kern im Innern des Schneckenwellenkranzes eines Ringextruders in Bezug auf die Schneckenwellen axial verschieben lässt.
15. Anlage gemäss einem der Ansprüche 9 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Spritzgussformwerkzeug (21; 44, 46) mehrere Kavitäten (22_{n1} - 22_{nx} ; 45_{n1} - 45_{nx} , 47_{n1} - 47_{nx}) zur Herstellung von Vorformlingen von Lebensmittelverpackungen insbesondere Getränkeflaschen aufweist.

Zusammenfassung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Anlage zur schonenden Herstellung von Spritzgussteilen aus thermoplastischen Kunststoffen bei hohen Durchsätzen.

Die Erfindung bezieht sich weiter auf ein Verfahren und eine Anlage zur schonenden Herstellung von Spritzgussteilen aus thermoplastischen Kunststoffen bei gleichzeitiger homogener Einarbeitung von Additiven oder Compoundierung von Kunststoffmischungen.

Die Erfindung bezieht sich weiter auf eine Anlage, die es ermöglicht, den kontinuierlich ablaufenden Plastifizierschritt in einem Mehrwellenextruder (11; 31) auf wirtschaftliche Weise mit dem taktweise verlaufenden Spritzgussprozess zu kombinieren.

(Figur 2)

Fig. 1

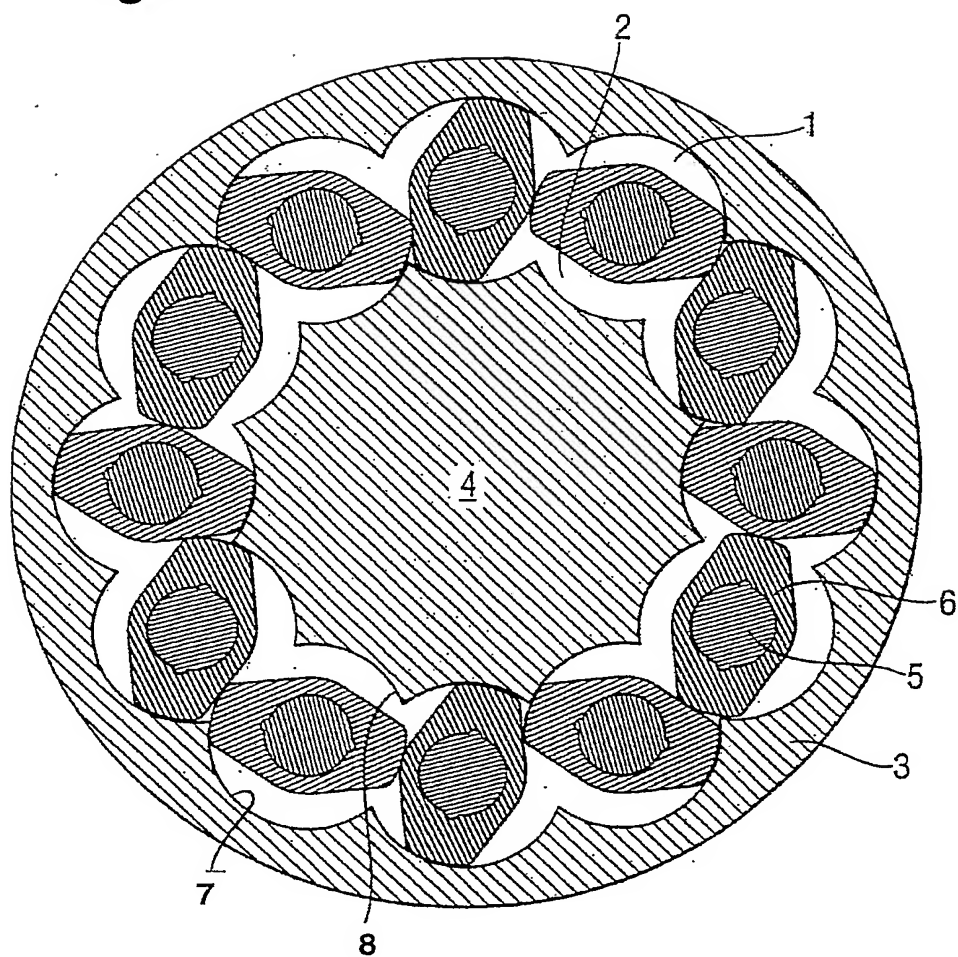


Fig. 2

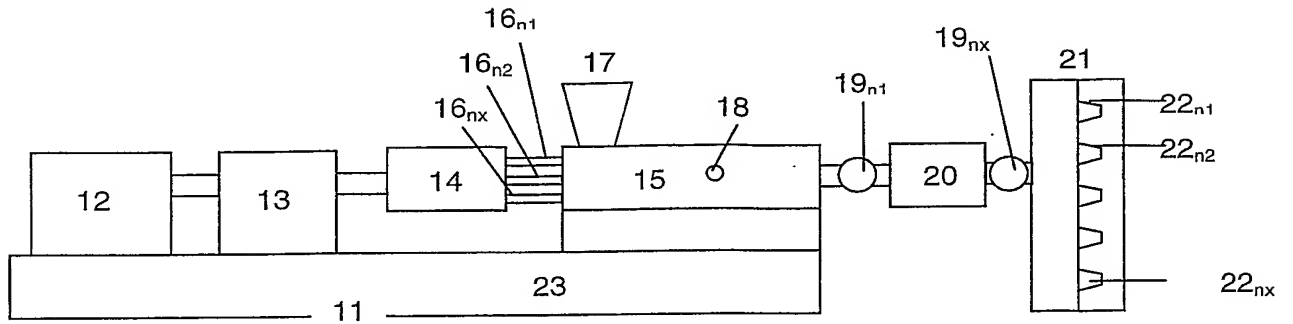


Fig. 3

